

明 細 書

積層セラミック電子部品の電極層用の導電体ペーストおよび積層セラミック電子部品用の積層体ユニットの製造方法

技術分野

- [0001] 本発明は、積層セラミック電子部品の電極層用の導電体ペーストおよび積層セラミック電子部品用の積層体ユニットの製造方法に関するものであり、さらに詳細には、積層セラミック電子部品の電極層に隣接する層に含まれているバインダを溶解することがなく、積層セラミック電子部品に、ショート不良が発生することを確実に防止することができる電極層用の導電体ペーストおよび積層セラミック電子部品に、ショート不良が発生することを確実に防止することができる積層セラミック電子部品用の積層体ユニットの製造方法に関するものである。

背景技術

- [0002] 近年、各種電子機器の小型化にともなって、電子機器に実装される電子部品の小型化および高性能化が要求されるようになっており、積層セラミックコンデンサなどの積層セラミック電子部品においても、積層数の増加、積層単位の薄層化が強く要求されている。
- [0003] 積層セラミックコンデンサによって代表される積層セラミック電子部品を製造するには、まず、セラミック粉末と、アクリル樹脂、ブチラール樹脂などのバインダと、フタル酸エステル類、グリコール類、アジピン酸、リン酸エステル類などの可塑剤と、トルエン、メチルエチルケトン、アセトンなどの有機溶媒を混合分散して、セラミックグリーンシート用の誘電体ペーストを調製する。
- [0004] 次に、誘電体ペーストを、エクストルージョンコーターやグラビアコーターなどを用いて、ポリエチレンテレフタレート(PET)やポリプロピレン(PP)などによって形成された支持シート上に、塗布し、加熱して、塗膜を乾燥させ、セラミックグリーンシートを製作する。
- [0005] さらに、ニッケルなどの導電体粉末とバインダを、ターピオネールなどの溶剤に溶解して、導電体ペーストを調製し、セラミックグリーンシート上に、導電体ペーストを、スク

リーン印刷機などによって、所定のパターンで、印刷し、乾燥させて、電極層を形成する。

[0006] 電極層が形成されると、電極層が形成されたセラミックグリーンシートを支持シートから剥離して、セラミックグリーンシートと電極層を含む積層体ユニットを形成し、所望の数の積層体ユニットを積層して、加圧し、得られた積層体を、チップ状に切断して、グリーンチップを作製する。

[0007] 最後に、グリーンチップからバインダを除去して、グリーンチップを焼成し、外部電極を形成することによって、積層セラミックコンデンサなどの積層セラミック電子部品が製造される。

[0008] 電子部品の小型化および高性能化の要請によって、現在では、積層セラミックコンデンサの層間厚さを決定するセラミックグリーンシートの厚さを $3\mu\text{m}$ あるいは $2\mu\text{m}$ 以下にすることが要求され、300以上のセラミックグリーンシートと電極層を含む積層体ユニットを積層することが要求されている。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、セラミックグリーンシート用のバインダとして、広く用いられているブチラール樹脂を用いたセラミックグリーンシート上に、電極層を形成するための導電体ペースト用の溶剤として、最も一般的に用いられているターピオネールを用いて、調製された導電体ペーストを印刷して、電極層を形成する場合には、導電体ペースト中のターピオネールによって、セラミックグリーンシートのバインダが溶解され、セラミックグリーンシートにピンホールやクラックが発生し、ショート不良の原因になるという問題があった。

[0010] かかる問題を解決するため、導電体ペーストの溶剤として、クロシン、デカンなどの炭素水素系溶剤を用いることが提案されているが、クロシン、デカンなどの炭素水素系溶剤は、導電体ペーストに用いられるバインダ成分も溶解しないため、従来用いられているターピオネールなどの溶剤を、クロシン、デカンなどの炭素水素系溶剤によって完全に置換することができず、したがって、導電体ペースト中の溶剤が、依然として、セラミックグリーンシートのバインダであるブチラール樹脂に対して、ある程度の溶

解性を有しているため、セラミックグリーンシートの厚さがきわめて薄い場合には、セラミックグリーンシートにピンホールやクラックが発生することを防止することが困難であり、また、ケロシン、デカンなどの炭素水素系溶剤は、ターピオネールに比して、粘度が低いため、導電体ペーストの粘度制御が困難になるという問題もあった。

[0011] また、特開平5-325633公報、特開平7-21833号公報および特開平7-21832号公報などは、ターピオネールに代えて、ジヒドロターピオネールなどの水素添加ターピオネールや、ジヒドロターピオネールアセテートなどのテルペン系溶剤を用いた導電体ペーストを提案しているが、ジヒドロターピオネールなどの水素添加ターピオネールや、ジヒドロターピオネールアセテートなどのテルペン系溶剤は、依然として、セラミックグリーンシートのバインダであるブチラール樹脂に対して、ある程度の溶解性を有しているため、セラミックグリーンシートの厚さがきわめて薄い場合には、セラミックグリーンシートにピンホールやクラックが発生することを防止することが困難であるという問題があった。

[0012] したがって、本発明は、積層セラミック電子部品の電極層に隣接する層に含まれているバインダを溶解することがなく、積層セラミック電子部品に、ショート不良が発生することを確実に防止することができる電極層用の導電体ペーストを提供することを目的とするものである。

[0013] 本発明の別の目的は、積層セラミック電子部品に、ショート不良が発生することを確実に防止することができる積層セラミック電子部品用の積層体ユニットの製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明者は、本発明のかかる目的を達成するため、鋭意研究を重ねた結果、バインダとして、アクリル系樹脂を用い、溶剤として、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる少なくとも一種の溶剤を用いて、導電体ペーストを調製した場合には、所望のように、バインダを溶剤に溶解させることができ、ブチラール系樹脂をバインダとして用いたセラミックグリーンシート上に、導電体ペーストを印刷して、電極層を形成しても、導電体ペースト中に

含まれた溶剤によって、セラミックグリーンシートに含まれているバインダが溶解されることがなく、したがって、セラミックグリーンシートの厚さがきわめて薄い場合においても、セラミックグリーンシートにピンホールやクラックが発生することを確実に防止し得ることを見出した。

- [0015] 本発明はかかる知見に基づくものであり、したがって、本発明の前記目的は、アクリル系樹脂をバインダとして含み、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる少なくとも一種の溶剤を含むことを特徴とする導電体ペーストによって達成される。
- [0016] 本発明の前記目的はまた、バインダとして、ブチラール系樹脂を含むセラミックグリーンシート上に、アクリル系樹脂をバインダとして含み、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる少なくとも一種の溶剤を含む導電体ペーストを、所定のパターンで、印刷して、電極層を形成することを特徴とする積層セラミック電子部品用の積層体ユニットの製造方法によって達成される。
- [0017] 本発明によれば、バインダとして、ブチラール系樹脂を含むきわめて薄いセラミックグリーンシート上に、導電体ペーストを印刷して、電極層を形成する場合においても、導電体ペースト中に含まれた溶剤によって、セラミックグリーンシートに含まれているバインダが溶解されることがないから、セラミックグリーンシートの厚さがきわめて薄い場合においても、セラミックグリーンシートにピンホールやクラックが発生することを確実に防止することが可能になる。
- [0018] 本発明の好ましい実施態様においては、前記電極層の形成に先立って、あるいは、前記電極層を形成し、乾燥した後に、さらに、前記セラミックグリーンシート上に、アクリル系樹脂をバインダとして含み、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる少なくとも一種の溶剤を含む誘電体ペーストを、前記電極層のパターンと相補的なパターンで、印刷して、スベ

ーサ層が形成される。

[0019] 本発明の好ましい実施態様によれば、セラミックグリーンシート上に、電極層のパターンと相補的なパターンで、スペーサ層が形成されるから、電極層の表面と、電極層が形成されていないセラミックグリーンシートの表面との間に、段差が形成されることを防止することができ、したがって、それぞれが、セラミックグリーンシートと電極層を含む多数の積層体ユニットを積層して、作製された積層セラミックコンデンサなどの積層電子部品が変形を起こすことを効果的に防止することが可能になるとともに、デラミネーションの発生を効果的に防止することが可能になる。

[0020] さらに、電極層を形成するための導電体ペーストおよびスペーサ層を形成するための誘電体ペーストに含まれる溶剤として、これまで、用いられて来たターピオネールとケロシンの混合溶剤、ジヒドロターピオネール、ターピオネールなどは、セラミックグリーンシートにバインダとして含まれているブチラール系樹脂を溶解するため、これらの溶剤を、スペーサ層を形成するための誘電体ペーストの溶剤として用いた場合には、スペーサ層を形成するための誘電体ペーストに含まれる溶剤が、セラミックグリーンシート中に溶け出して、セラミックグリーンシートを溶解または膨潤させ、スペーサ層の表面にひびや皺が生じ、その結果として、それぞれが、セラミックグリーンシートと電極層を含む多数の積層体ユニットを積層して、作製された積層セラミックコンデンサなどの積層電子部品にボイドが発生しやすいという問題があるが、本発明の好ましい実施態様によれば、スペーサ層を形成するために用いる誘電体ペーストは、アクリル系樹脂をバインダとして含み、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる少なくとも一種の溶剤を含んでおり、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる溶剤は、セラミックグリーンシートにバインダとして含まれているブチラール系樹脂をほとんど溶解しないため、セラミックグリーンシートが溶解または膨潤し、スペーサ層の表面にひびや皺が生じることを確実に防止することができ、したがって、それぞれが、セラミックグリーンシートと電極層およびスペーサ層とを

含む多数の積層体ユニットを積層して、作製された積層セラミックコンデンサなどの積層電子部品にボイドが発生することを確実に防止することが可能になる。

- [0021] 本発明において、バインダとして、電極層用の導電体ペーストに含まれるアクリル系樹脂およびバインダとして、スペーサ層用の誘電体ペーストに含まれるアクリル系樹脂の重量平均分子量は、ともに、45万以上、90万以下であることが好ましく、重量平均分子量が45万以上、90万以下のアクリル系樹脂を、電極層用の導電体ペーストのバインダおよびスペーサ層用の誘電体ペーストのバインダとして用いることによって、所望の粘度を有する電極層用の導電体ペーストおよびスペーサ層用の誘電体ペーストを調製することができる。
- [0022] 本発明において、バインダとして、電極層用の導電体ペーストおよびスペーサ層用の誘電体ペーストに含まれるアクリル系樹脂の酸価は5mgKOH/g以上、25mgKOH/g以下であることが好ましく、酸価が5mgKOH/g以上、25mgKOH/g以下アクリル系樹脂を、電極層用の導電体ペーストおよびスペーサ層用の誘電体ペーストのバインダとして用いることによって、所望の粘度を有する導電体ペーストおよびスペーサ層用の誘電体ペーストを調製することができる。
- [0023] 本発明において、バインダとして、セラミックグリーンシートに含まれるブチラール系樹脂の重合度が1000以上であることが好ましい。
- [0024] 本発明において、バインダとして、セラミックグリーンシートに含まれるブチラール系樹脂のブチラール化度が64モル%以上、78モル%以下であることが好ましい。
- [0025] また、きわめて薄いセラミックグリーンシートに、電極層用の導電体ペーストを印刷して、電極層を形成し、スペーサ層用の誘電体ペーストを印刷して、スペーサ層を形成する場合には、電極層用の導電体ペースト中の溶剤およびスペーサ層用の誘電体ペースト中の溶剤が、セラミックグリーンシートのバインダ成分を溶解または膨潤させ、その一方で、セラミックグリーンシート中に、導電体ペーストおよび誘電体ペーストが染み込むという不具合があり、ショート不良の原因になるという問題があるため、電極層およびスペーサ層を、別の支持シート上に形成し、乾燥後に、接着層を介して、セラミックグリーンシートの表面に接着することが望ましいことが、本発明者らの研究によって判明しているが、このように、電極層およびスペーサ層を、別の支持シート上に

形成する場合には、電極層およびスペーサ層から、支持シートを剥離しやすくするため、支持シートの表面に、セラミックグリーンシートと同じバインダを含む剥離層を形成し、剥離層上に、導電体ペーストを印刷して、電極層を形成し、誘電体ペーストを印刷して、スペーサ層を形成することが好ましい。このように、セラミックグリーンシートと同様な組成を有する剥離層上に、導電体ペーストを印刷して、電極層を形成し、誘電体ペーストを印刷して、スペーサ層を形成する場合にも、剥離層が、ブチラール樹脂をバインダとして含み、導電体ペーストおよび誘電体ペーストが、ターピオネールを溶剤として含んでいるときは、剥離層に含まれたバインダが、導電体ペーストおよび誘電体ペーストに含まれた溶剤によって、溶解され、剥離層にピンホールやクラックが発生し、積層セラミックコンデンサなどの積層セラミック電子部品に不具合が生じるという問題があった。

[0026] しかしながら、本発明によれば、アクリル系樹脂をバインダとして含み、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる少なくとも一種の溶剤を含む導電体ペーストを用いて、電極層が形成され、好ましくは、さらに、アクリル系樹脂をバインダとして含み、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる少なくとも一種の溶剤を含む誘電体ペーストを用いて、スペーサ層が形成され、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる溶剤は、セラミックグリーンシートに、バインダとして含まれるブチラール系樹脂をほとんど溶解しないから、セラミックグリーンシートと同じバインダを含む剥離層を形成し、剥離層上に、導電体ペーストを印刷して、電極層を形成し、誘電体ペーストを印刷して、スペーサ層を形成する場合にも、剥離層にピンホールやクラックが発生することを効果的に防止することができ、積層セラミックコンデンサなどの積層セラミック電子部品に不具合が生じることを効果的に防止することが可能になる。

発明の効果

[0027] 本発明によれば、積層セラミック電子部品の電極層に隣接する層に含まれているバインダを溶解することがなく、積層セラミック電子部品に、ショート不良が発生することを確実に防止することができる電極層用の導電体ペーストを提供することが可能になる。

[0028] また、本発明によれば、積層セラミック電子部品に、ショート不良が発生することを確実に防止することができる積層セラミック電子部品用の積層体ユニットの製造方法を提供することが可能になる。

発明を実施するための最良の形態

[0029] 本発明の積層体ユニットの製造方法の好ましい実施態様においては、まず、ブチラール系樹脂をバインダとして含むセラミックグリーンシート用の誘電体ペーストが調製され、エクストルージョンコーターやワイヤーバーコーターなどを用いて、長尺状の支持シート上に塗布され、塗膜が形成される。

[0030] セラミックグリーンシート形成用の誘電体ペーストは、通常、誘電体材料(セラミック粉末)と、有機溶剤中にブチラール系樹脂を溶解させた有機ビヒクルを混練して、調製される。

[0031] ブチラール系樹脂の重合度は、1000以上であることが好ましく、ブチラール系樹脂のブチラール化度は、64モル%以上、78モル%以下であることが好ましい。

[0032] 有機ビヒクルに用いられる有機溶剤は、とくに限定されるものではなく、テルピネオール、ブチルカルビトール、アセトン、トルエン、酢酸エチルなどの有機溶剤が用いられる。

[0033] 誘電体材料としては、複合酸化物や酸化物となる各種化合物、たとえば、炭酸塩、硝酸塩、水酸化物、有機金属化合物などから適宜選択され、これらを混合して、用いることができる。誘電体材料は、通常、平均粒子径が約0.1 μm ないし約3.0 μm 程度の粉末として用いられる。誘電体材料の粒径は、セラミックグリーンシートの厚さより小さいことが好ましい。

[0034] 誘電体ペースト中の各成分の含有量は、とくに限定されるものではなく、たとえば、誘電体材料100重量部に対して、約2.5重量部ないし約10重量部のブチラール系樹脂と、約50重量部ないし約300重量部の溶剤を含むように、誘電体ペーストを調

製することができる。

- [0035] 誘電体ペースト中には、必要に応じて、各種分散剤、可塑剤、副成分化合物、ガラスフリット、絶縁体などから選択される添加物が含有されていてもよい。誘電体ペースト中に、これらの添加物を添加する場合には、総含有量を、約10重量%以下にすることが望ましい。
- [0036] 誘電体ペーストを塗布する支持シートとしては、たとえば、ポリエチレンテレフタレートフィルムなどが用いられ、剥離性を改善するために、その表面に、シリコン樹脂、アルキド樹脂などがコーティングされていてもよい。
- [0037] 次いで、塗膜が、たとえば、約50℃ないし約100℃の温度で、約1分ないし約20分にわたって、乾燥され、支持シート上に、セラミックグリーンシートが形成される。
- [0038] 乾燥後におけるセラミックグリーンシートの厚さは3 μm 以下であることが好ましく、さらに好ましくは、1.5 μm 以下である。
- [0039] 次いで、長尺状の支持シートの表面に形成されたセラミックグリーンシート上に、電極層用の導電体ペーストが、スクリーン印刷機やグラビア印刷機などを用いて、所定のパターンで印刷され、電極層が形成される。
- [0040] 電極層は、乾燥後において、約0.1 μm ないし約5 μm の厚さに形成されることが好ましく、より好ましくは、約0.1 μm ないし約1.5 μm である。
- [0041] 電極層用の導電体ペーストは、各種導電性金属や合金からなる導電体材料、焼成後に、各種導電性金属や合金からなる導電体材料となる各種酸化物、有機金属化合物、または、レジネートなどと、溶剤中にアクリル系樹脂を溶解させた有機ビヒクルとを混練して、調製される。
- [0042] 本実施態様において、導電体ペーストは、アクリル系樹脂をバインダとして含み、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる少なくとも一種の溶剤を含んでいる。
- [0043] リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる溶剤は、セラミックグリーンシートにバインダとして含まれるブチ

ラール系樹脂をほとんど溶解しないから、きわめて薄いセラミックグリーンシート上に、導電体ペーストを印刷して、電極層を形成する場合においても、導電体ペースト中に含まれた溶剤によって、セラミックグリーンシートに含まれているバインダが溶解されることを効果的に防止することができ、したがって、セラミックグリーンシートの厚さがきわめて薄い場合においても、セラミックグリーンシートにピンホールやクラックが発生することを効果的に防止することが可能になる。

- [0044] 導電体ペーストに含まれるアクリル系樹脂の重量平均分子量は、45万以上、90万以下であることが好ましく、重量平均分子量が45万以上、90万以下のアクリル系樹脂を、導電体ペーストのバインダとして用いることによって、所望の粘度を有する導電体ペーストを調製することができる。
- [0045] また、導電体ペーストに含まれるアクリル系樹脂の酸価は5mgKOH/g以上、25mgKOH/g以下であることが好ましく、酸価が5mgKOH/g以上、25mgKOH/g以下アクリル系樹脂を、導電体ペーストのバインダとして用いることによって、所望の粘度を有する導電体ペーストを調製することができる。
- [0046] 導電体ペーストを製造する際に用いる導電体材料としては、Ni、Ni合金あるいはこれらの混合物が、好ましく用いられる。導電体材料の形状は、とくに限定されるものではなく、球状でも、鱗片状でも、あるいは、これらの形状のものが混合されていてもよい。また、導電体材料の平均粒子径は、とくに限定されるものではないが、通常、約0.1 μm ないし約2 μm 、好ましくは、約0.2 μm ないし約1 μm の導電性材料が用いられる。
- [0047] 導電体ペーストは、導電体材料100重量部に対して、好ましくは、約2.5重量部ないし約20重量部のバインダを含んでいる。
- [0048] 溶剤の含有量は、導電体ペースト全体に対して、好ましくは、約35重量%ないし約220重量%である。
- [0049] 接着性を改善するために、導電体ペーストが、可塑剤を含んでいることが好ましい。導電体ペーストに含まれる可塑剤は、とくに限定されるものではなく、たとえば、フタル酸エステル、アジピン酸、リン酸エステル、グリコール類などを挙げることができる。導電体ペーストは、バインダ100重量部に対して、好ましくは、約10重量部ないし約

100重量部、さらに好ましくは、約10重量部ないし約70重量部の可塑剤を含んでいる。可塑剤の添加量が多すぎると、電極層の強度が著しく低下する傾向があり、好ましくない。

[0050] 導電体ペースト中には、必要に応じて、各種分散剤、副成分化合物などから選択される添加物が含有されていてもよい。

[0051] 好ましくは、電極層の形成に先立って、あるいは、電極層を形成して、乾燥した後に、アクリル系樹脂をバインダとして含み、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる少なくとも一種の溶剤を含むスペーサ層用の誘電体ペーストが、セラミックグリーンシートの表面に、電極層のパターンと相補的なパターンで、スクリーン印刷機やグラビア印刷機などを用いて、印刷されて、スペーサ層が形成される。

[0052] このように、セラミックグリーンシートの表面に、電極層のパターンと相補的なパターンで、スペーサ層を形成することによって、電極層の表面と、電極層が形成されていないセラミックグリーンシートの表面との間に、段差が形成されることを防止することができ、それぞれが、セラミックグリーンシートと電極層を含む多数の積層体ユニットを積層して、作製された積層セラミックコンデンサなどの積層電子部品が変形を起こすことを効果的に防止することが可能になるとともに、デラミネーションの発生を効果的に防止することが可能になる。

[0053] また、上述のように、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる溶剤は、セラミックグリーンシートにバインダとして含まれるブチラール系樹脂をほとんど溶解しないから、きわめて薄いセラミックグリーンシート上に、誘電体ペーストを印刷して、スペーサ層を形成する場合においても、誘電体ペースト中に含まれた溶剤によって、セラミックグリーンシートに含まれているバインダが溶解されることを効果的に防止することができ、したがって、セラミックグリーンシートの厚さがきわめて薄い場合においても、セラミックグリーンシートにピンホールやクラックが発生することを効果的に防止することが可能になる。

- [0054] スペーサ層を形成するための誘電体ペーストは、異なるバインダおよび溶剤を用いる点を除き、セラミックグリーンシートを形成するための誘電体ペーストと同様にして、調製される。
- [0055] スペーサ層を形成するための誘電体ペーストに含まれるアクリル系樹脂の重量平均分子量は、45万以上、90万以下であることが好ましく、重量平均分子量が45万以上、90万以下のアクリル系樹脂を、スペーサ層用の誘電体ペーストのバインダとして用いることによって、所望の粘度を有する誘電体ペーストを調製することができる。
- [0056] また、アクリル系樹脂の酸価は5mgKOH/g以上、25mgKOH/g以下であることが好ましく、酸価が5mgKOH/g以上、25mgKOH/g以下アクリル系樹脂を、スペーサ層用の誘電体ペーストのバインダとして用いることによって、所望の粘度を有する誘電体ペーストを調製することができる。
- [0057] 次いで、電極層あるいは電極層およびスペーサ層が乾燥されて、支持シート上に、セラミックグリーンシートと、電極層あるいは電極層およびスペーサ層が積層された積層体ユニットが作製される。
- [0058] 積層セラミックコンデンサを作製するにあたっては、積層体ユニットのセラミックグリーンシートから、支持シートが剥離され、所定のサイズに裁断されて、所定の数の積層体ユニットが、積層セラミックコンデンサの外層上に積層され、さらに、積層体ユニット上に、他方の外層が積層され、得られた積層体が、プレス成形され、所定のサイズに裁断されて、多数のセラミックグリーンチップが作製される。
- [0059] こうして作製されたセラミックグリーンチップは、還元ガス雰囲気下に置かれて、バインダが除去され、さらに、焼成される。
- [0060] 次いで、焼成されたセラミックグリーンチップに、必要な外部電極などが取り付けられて、積層セラミックコンデンサが作製される。
- [0061] 本実施態様によれば、バインダとして、ブチラール系樹脂を含むセラミックグリーンシート上に、アクリル系樹脂をバインダとして含み、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる少なくとも一種の溶剤を含む導電体ペーストを、所定のパターンで、印刷して、電極層を形成する

ように構成され、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる溶剤は、セラミックグリーンシートにバインダとして含まれるブチラール系樹脂をほとんど溶解しないから、きわめて薄いセラミックグリーンシート上に、導電体ペーストを印刷して、電極層を形成する場合においても、導電体ペースト中に含まれた溶剤によって、セラミックグリーンシートに含まれているバインダが溶解されることを効果的に防止することができ、したがって、セラミックグリーンシートの厚さがきわめて薄い場合においても、セラミックグリーンシートにピンホールやクラックが発生することを効果的に防止して、積層セラミック電子部品に、ショート不良が生じることを効果的に防止することが可能になる。

[0062] また、本実施態様によれば、セラミックグリーンシート上に、電極層のパターンと相補的なパターンで、スペーサ層が形成されるから、電極層の表面と、電極層が形成されていないセラミックグリーンシートの表面との間に、段差が形成されることを防止することができ、したがって、それぞれが、セラミックグリーンシートと電極層を含む多数の積層体ユニットを積層して、作製された積層セラミックコンデンサなどの積層電子部品が変形を起こすことを効果的に防止することが可能になるとともに、デラミネーションの発生を効果的に防止することが可能になる。

[0063] さらに、本実施態様によれば、バインダとして、ブチラール系樹脂を含むセラミックグリーンシート上に、アクリル系樹脂をバインダとして含み、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる少なくとも一種の溶剤を含む誘電体ペーストを、電極層のパターンと相補的なパターンで、印刷して、スペーサ層を形成するように構成され、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる溶剤は、セラミックグリーンシートにバインダとして含まれるブチラール系樹脂をほとんど溶解しないから、きわめて薄いセラミックグリーンシート上に、誘電体ペーストを印刷して、スペーサ層を形成する場合においても、誘電体ペーストに含まれた溶剤によって、セラミック

グリーンシートに含まれているバインダが溶解されて、セラミックグリーンシートが膨潤し、スペーサ層の表面にひびや皺が生じることを確実に防止することができ、したがって、それぞれが、セラミックグリーンシートと電極層を含む多数の積層体ユニットを積層して、作製された積層セラミックコンデンサなどの積層電子部品にボイドが発生することを確実に防止することが可能になる。

- [0064] 本発明の別の好ましい実施態様においては、セラミックグリーンシートを形成するために用いた長尺状の支持シートとは別の第二の支持シートが用意され、長尺状の第二の支持シートの表面に、セラミックグリーンシートに含まれている誘電体材料と実質的に同一組成の誘電体材料の粒子と、セラミックグリーンシートに含まれているバインダと同一のバインダを含む誘電体ペーストが、ワイヤーバーコーターなどを用いて、塗布され、乾燥されて、剥離層が形成される。
- [0065] 第二の支持シートとしては、たとえば、ポリエチレンテレフタレートフィルムなどが用いられ、剥離性を改善するために、その表面に、シリコン樹脂、アルキド樹脂などがコーティングされていてもよい。
- [0066] 剥離層の厚さは、電極層の厚さ以下であることが好ましく、好ましくは、電極層の厚さの約60%以下、さらに好ましくは、電極層の厚さの約30%以下である。
- [0067] 剥離層が乾燥された後、剥離層の表面上に、上述したのと同様にして、調製された電極層用の導電体ペーストが、スクリーン印刷機やグラビア印刷機などを用いて、所定のパターンで印刷され、乾燥されて、電極層が形成される。
- [0068] 電極層は、約 $0.1\ \mu\text{m}$ ないし約 $5\ \mu\text{m}$ の厚さに形成されることが好ましく、より好ましくは、約 $0.1\ \mu\text{m}$ ないし約 $1.5\ \mu\text{m}$ である。
- [0069] 本実施態様において、導電体ペーストは、アクリル系樹脂をバインダとして含み、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる少なくとも一種の溶剤を含んでいる。
- [0070] リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる溶剤は、セラミックグリーンシートにバインダとして含まれるブチ

ラール系樹脂をほとんど溶解しないから、セラミックグリーンシートと同じバインダを含む剥離層を形成し、剥離層上に、導電体ペーストを印刷して、電極層を形成する場合にも、剥離層にピンホールやクラックが発生することを効果的に防止することができ、積層セラミックコンデンサなどの積層セラミック電子部品に不具合が生じることを効果的に防止することが可能になる。

[0071] 導電体ペーストに含まれるアクリル系樹脂の重量平均分子量は、45万以上、90万以下であることが好ましく、重量平均分子量が45万以上、90万以下のアクリル系樹脂を、導電体ペーストのバインダとして用いることによって、所望の粘度を有する導電体ペーストを調製することができる。

[0072] また、導電体ペーストに含まれるアクリル系樹脂の酸価は5mgKOH/g以上、25mgKOH/g以下であることが好ましく、酸価が5mgKOH/g以上、25mgKOH/g以下アクリル系樹脂を、導電体ペーストのバインダとして用いることによって、所望の粘度を有する導電体ペーストを調製することができる。

[0073] 好ましくは、電極層の形成に先立って、あるいは、電極層を形成して、乾燥した後に、アクリル系樹脂をバインダとして含み、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる少なくとも一種の溶剤を含み、上述したのと同様にして、調製されたスペーサ層用の誘電体ペーストが、第二の支持シートの表面に、電極層のパターンと相補的なパターンで、スクリーン印刷機やグラビア印刷機などを用いて、印刷され、スペーサ層が形成される。

[0074] このように、セラミックグリーンシートの表面に、電極層のパターンと相補的なパターンで、スペーサ層を形成することによって、電極層の表面と、電極層が形成されていないセラミックグリーンシートの表面との間に、段差が形成されることを防止することができ、それぞれが、セラミックグリーンシートと電極層を含む多数の積層体ユニットを積層して、作製された積層セラミックコンデンサなどの積層電子部品が変形を起こすことを効果的に防止することが可能になるとともに、デラミネーションの発生を効果的に防止することが可能になる。

[0075] また、上述のように、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセ

テート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる溶剤は、セラミックグリーンシートにバインダとして含まれるブチラール系樹脂をほとんど溶解しないから、セラミックグリーンシートと同じバインダを含む剥離層を形成し、剥離層上に、誘電体ペーストを印刷して、スペーサ層を形成する場合にも、剥離層にピンホールやクラックが発生することを効果的に防止することができ、積層セラミックコンデンサなどの積層セラミック電子部品に不具合が生じることを効果的に防止することが可能になる。

[0076] スペーサ層を形成するための誘電体ペーストに含まれるアクリル系樹脂の重量平均分子量は、45万以上、90万以下であることが好ましく、重量平均分子量が45万以上、90万以下のアクリル系樹脂を、導電体ペーストのバインダとして用いることによって、所望の粘度を有する誘電体ペーストを調製することができる。

[0077] また、誘電体ペーストに含まれるアクリル系樹脂の酸価は5mgKOH/g以上、25mgKOH/g以下であることが好ましく、酸価が5mgKOH/g以上、25mgKOH/g以下アクリル系樹脂を、誘電体ペーストのバインダとして用いることによって、所望の粘度を有する誘電体ペーストを調製することができる。

[0078] さらに、長尺状の第三の支持シートが用意され、接着剤溶液が、バーコータ、エクストルージョンコーター、リバースコーター、ディップコーター、キスコーターなどによって、第三の支持シートの表面に塗布され、乾燥されて、接着層が形成される。

[0079] 好ましくは、接着剤溶液は、セラミックグリーンシートを形成するための誘電体ペーストに含まれるバインダと同系のバインダと、セラミックグリーンシートに含まれている誘電体材料の粒子と実質的に同一の組成を有し、その粒径が、接着層の厚さ以下の誘電体材料の粒子と、可塑剤と、帯電防止剤と、剥離剤とを含んでいる。

[0080] 接着層は、約0.3 μm 以下の厚さに形成されることが好ましく、より好ましくは、約0.02 μm ないし約0.3 μm 、さらに好ましくは、約0.02 μm ないし約0.2 μm の厚さを有するように形成される。

[0081] こうして、長尺状の第三の支持シート上に形成された接着層は、長尺状の第二の支持シート上に形成された電極層もしくは電極層およびスペーサ層または支持シート上に形成されたセラミックグリーンシートの表面に接着され、接着後、接着層から第三

の支持シートが剥離されて、接着層が転写される。

[0082] 接着層が、電極層あるいは電極層およびスペーサ層の表面に転写された場合には、長尺状の支持シートの表面に形成されたセラミックグリーンシートが、接着層の表面に接着され、接着後に、セラミックグリーンシートから支持シートが剥離されて、セラミックグリーンシートが接着層の表面に転写され、セラミックグリーンシートおよび電極層を含む積層体ユニットが作成される。

[0083] こうして得られた積層体ユニットのセラミックグリーンシートの表面に、電極層あるいは電極層およびスペーサ層の表面に、接着層を転写したのと同様にして、接着層が転写され、その表面に、接着層が転写された積層体ユニットが、所定のサイズに裁断される。

[0084] 同様にして、その表面に、接着層が転写された所定の数の積層体ユニットが作製され、所定の数の積層体ユニットが積層されて積層体ブロックが作製される。

[0085] 積層体ブロックを作製するにあたっては、まず、積層体ユニットが、ポリエチレンテレフタレートなどによって形成された支持体上に、積層体ユニットの表面に転写された接着層が支持体に接するように位置決めされ、プレス機などによって、加圧されて、積層体ユニットが、接着層を介して、支持体上に接着される。

[0086] その後、第二の支持シートが剥離層から剥離され、支持体上に、積層体ユニットが積層される。

[0087] 次いで、支持体上に積層された積層体ユニットの剥離層の表面に、表面に形成された接着層が接するように、新たな積層体ユニットが位置決めされ、プレス機などによって、加圧されて、支持体上に積層された積層体ユニットの剥離層に、接着層を介して、新たな積層体ユニットが積層され、その後に、新たな積層体ユニットの剥離層から、第二の支持シートが剥離される。

[0088] 同様のプロセスを繰り返して、所定の数の積層体ユニットが積層された積層体ブロックが作製される。

[0089] 一方、接着層が、セラミックグリーンシートの表面に転写された場合には、第二の支持シート上に形成された電極層あるいは電極層およびスペーサ層が、接着層の表面に接着され、接着後に、剥離層から第二の支持シートが剥離されて、電極層あるいは

電極層およびスペーサ層ならびに剥離層が接着層の表面に転写され、セラミックグリーンシートおよび電極層を含む積層体ユニットが作成される。

[0090] こうして得られた積層体ユニットの剥離層の表面に、セラミックグリーンシートの表面に、接着層を転写したのと同様にして、接着層が転写され、その表面に、接着層が転写された積層体ユニットが、所定のサイズに裁断される。

[0091] 同様にして、その表面に、接着層が転写された所定の数の積層体ユニットが作製され、所定の数の積層体ユニットが積層されて積層体ブロックが作製される。

[0092] 積層体ブロックを作製するにあたっては、まず、積層体ユニットが、ポリエチレンテレフタレートなどによって形成された支持体上に、積層体ユニットの表面に転写された接着層が支持体に接するように位置決めされ、プレス機などによって、加圧されて、積層体ユニットが、接着層を介して、支持体上に接着される。

[0093] その後、支持シートがセラミックグリーンシートから剥離され、支持体上に、積層体ユニットが積層される。

[0094] 次いで、支持体上に積層された積層体ユニットのセラミックグリーンシートの表面に、表面に形成された接着層が接するように、新たな積層体ユニットが位置決めされ、プレス機などによって、加圧されて、支持体上に積層された積層体ユニットのセラミックグリーンシートに、接着層を介して、新たな積層体ユニットが積層され、その後に、新たな積層体ユニットのセラミックから、支持シートが剥離される。

[0095] 同様のプロセスを繰り返して、所定の数の積層体ユニットが積層された積層体ブロックが作製される。

[0096] こうして作製された所定の数の積層体ユニットを含む積層体ブロックは、積層セラミックコンデンサの外層上に積層され、さらに、積層体ブロック上に、他方の外層が積層され、得られた積層体が、プレス成形され、所定のサイズに裁断されて、多数のセラミックグリーンチップが作製される。

[0097] こうして作製されたセラミックグリーンチップは、還元ガス雰囲気下に置かれて、バインダが除去され、さらに、焼成される。

[0098] 次いで、焼成されたセラミックグリーンチップに、必要な外部電極などが取り付けられて、積層セラミックコンデンサが作製される。

[0099] 本実施態様によれば、第二の支持シート上に形成された電極層およびスペーサ層が乾燥した後に、接着層を介して、セラミックグリーンシートの表面に接着するように構成されているから、セラミックグリーンシートの表面に、導電体ペーストを印刷して、電極層を形成し、誘電体ペーストを印刷して、スペーサ層を形成する場合のように、導電体ペーストや誘電体ペーストがセラミックグリーンシート中に染み込むことがなく、所望のように、セラミックグリーンシートの表面に、電極層およびスペーサ層を形成することが可能になる。

[0100] また、本実施態様によれば、アクリル系樹脂をバインダとして含み、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる少なくとも一種の溶剤を含む導電体ペーストを用いて、電極層が形成され、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる溶剤は、セラミックグリーンシートに、バインダとして含まれるブチラール系樹脂をほとんど溶解しないから、セラミックグリーンシートと同じバインダを含む剥離層を形成し、剥離層上に、導電体ペーストを印刷して、電極層を形成する場合にも、剥離層にピンホールやクラックが発生することを効果的に防止することができ、積層セラミックコンデンサなどの積層セラミック電子部品に不具合が生じることを効果的に防止することが可能になる。

[0101] さらに、本実施態様によれば、アクリル系樹脂をバインダとして含み、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる少なくとも一種の溶剤を含む誘電体ペーストを用いて、スペーサ層が形成され、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる溶剤は、セラミックグリーンシートに、バインダとして含まれるブチラール系樹脂をほとんど溶解しないから、セラミックグリーンシートと同じバインダを含む剥離層を形成し、剥離層上に、誘電体ペーストを印刷して、スペーサ層を形成する

場合にも、剥離層にピンホールやクラックが発生することを効果的に防止することができ、積層セラミックコンデンサなどの積層セラミック電子部品に不具合が生じることを効果的に防止することが可能になる。

[0102] 本発明の他の実施態様においては、接着層が、電極層あるいは電極層およびスペーサ層の表面に転写された場合に、長尺状の第二の支持シート上に、剥離層、電極層または電極層およびスペーサ層、接着層ならびにセラミックグリーンシートが積層されて、形成された積層体ユニットのセラミックグリーンシートの表面に、接着層が転写された後、積層体ユニットが裁断されることなく、接着層に、長尺状の支持シート上に、セラミックグリーンシート、接着層、電極層または電極層およびスペーサ層ならびに剥離層が積層されて、形成された積層体ユニットの剥離層が接着され、セラミックグリーンシートから支持シートが剥離されて、長尺状の第二の支持シート上に、2つの積層体ユニットが積層される。

[0103] 次いで、2つの積層体ユニットの表面に位置するセラミックグリーンシート上に、第三の支持シート上に形成された接着層が転写され、さらに、接着層に、長尺状の支持シート上に、セラミックグリーンシート、接着層、電極層または電極層およびスペーサ層ならびに剥離層が積層されて、形成された積層体ユニットの剥離層が接着され、セラミックグリーンシートから支持シートが剥離される。

[0104] 同様のプロセスを繰り返して、所定の数の積層体ユニットが積層された積層体ユニットセットが作製され、さらに、積層体ユニットセットの表面に位置するセラミックグリーンシートの表面に、第三の支持シート上に形成された接着層が転写された後、所定のサイズに裁断されて、積層体ブロックが作製される。

[0105] 一方、接着層が、セラミックグリーンシートの表面に転写された場合には、長尺状の支持シート上に、セラミックグリーンシート、接着層、電極層または電極層およびスペーサ層ならびに剥離層が積層されて、形成された積層体ユニットの剥離層の表面に、接着層が転写された後、積層体ユニットが裁断されることなく、接着層に、長尺状の第二の支持シート上に、剥離層、電極層または電極層およびスペーサ層、接着層ならびにセラミックグリーンシートが積層されて、形成された積層体ユニットのセラミックグリーンシートが接着され、剥離層から第二の支持シートが剥離されて、長尺状の支

持シート上に、2つの積層体ユニットが積層される。

- [0106] 次いで、2つの積層体ユニットの表面に位置する剥離層上に、第三の支持シート上に形成された接着層が転写され、さらに、接着層に、長尺状の第二の支持シート上に、剥離層、電極層または電極層およびスペーサ層、接着層ならびにセラミックグリーンシートが積層されて、形成された積層体ユニットのセラミックグリーンシートが接着され、剥離層から第二の支持シートが剥離される。
- [0107] 同様のプロセスを繰り返して、所定の数の積層体ユニットが積層された積層体ユニットセットが作製され、さらに、積層体ユニットセットの表面に位置する剥離層の表面に、第三の支持シート上に形成された接着層が転写された後、所定のサイズに裁断されて、積層体ブロックが作製される。
- [0108] こうして作製された積層体ブロックを用いて、前記実施態様と同様にして、積層セラミックコンデンサが作製される。
- [0109] 本実施態様によれば、長尺状の第二の支持シートあるいは支持シート上に、積層体ユニットを次々に積層して、所定の数の積層体ユニットを含む積層体ユニットセットを作製し、その後に、積層体ユニットセットを所定のサイズに裁断して、積層体ブロックを作成しているから、所定のサイズに裁断された積層体ユニットを1つずつ、積層して、積層体ブロックを作製する場合に比して、積層体ブロックの製造効率を大幅に向上させることが可能になる。
- [0110] 本発明のさらに他の実施態様においては、接着層が、電極層あるいは電極層およびスペーサ層の表面に転写された場合に、長尺状の第二の支持シート上に、剥離層、電極層または電極層およびスペーサ層、接着層ならびにセラミックグリーンシートが積層されて、形成された積層体ユニットのセラミックグリーンシートの表面に、接着層が転写された後、積層体ユニットが裁断されることなく、接着層に、第二の支持シート上に形成された電極層あるいは電極層およびスペーサ層が接着され、剥離層から第二の支持シートが剥離されて、電極層あるいは電極層およびスペーサ層ならびに剥離層が、接着層の表面に転写される。
- [0111] 次いで、接着層の表面に転写された剥離層の表面に、第三の支持シート上に形成された接着層が転写され、支持シート上に形成されたセラミックグリーンシートが、接

着層に接着され、セラミックグリーンシートから支持シートが剥離されて、セラミックグリーンシートが、接着層の表面に転写される。

[0112] さらに、接着層の表面に転写されたセラミックグリーンシートの表面に、第三の支持シート上に形成された接着層が転写され、第二の支持シート上に形成された電極層あるいは電極層およびスペーサ層が、接着層に接着され、剥離層から第二の支持シートが剥離されて、電極層あるいは電極層およびスペーサ層ならびに剥離層が、接着層の表面に転写される。

[0113] 同様のプロセスを繰り返して、所定の数の積層体ユニットが積層された積層体ユニットセットが作製され、さらに、積層体ユニットセットの表面に位置するセラミックグリーンシートの表面に、接着層が転写された後、所定のサイズに裁断されて、積層体ブロックが作製される。

[0114] 一方、接着層が、セラミックグリーンシートの表面に転写された場合には、長尺状の支持シート上に、セラミックグリーンシート、接着層、電極層または電極層およびスペーサ層ならびに剥離層が積層されて、形成された積層体ユニットの剥離層の表面に、接着層が転写された後、積層体ユニットが裁断されることなく、接着層に、支持シート上に形成されたセラミックグリーンシートが接着され、セラミックグリーンシートから支持シートが剥離されて、セラミックグリーンシートが、接着層の表面に転写される。

[0115] 次いで、接着層の表面に転写されたセラミックグリーンシートの表面に、第三の支持シート上に形成された接着層が転写され、第二の支持シート上に形成された電極層または電極層およびスペーサ層が、接着層に接着され、剥離層から第二の支持シートが剥離されて、電極層あるいは電極層およびスペーサ層ならびに剥離層が、接着層の表面に転写される。

[0116] さらに、接着層の表面に転写された剥離層の表面に、第三の支持シート上に形成された接着層が転写され、支持シート上に形成されたセラミックグリーンシートが、接着層に接着され、セラミックグリーンシートから支持シートが剥離されて、セラミックグリーンシートが、接着層の表面に転写される。

[0117] 同様のプロセスを繰り返して、所定の数の積層体ユニットが積層された積層体ユニットセットが作製され、さらに、積層体ユニットセットの表面に位置する剥離層の表面

に、接着層が転写された後、所定のサイズに裁断されて、積層体ブロックが作製される。

【0118】

こうして作製された積層体ブロックを用いて、前記実施態様と同様にして、積層セラミックコンデンサが作製される。

【0119】

本実施態様によれば、長尺状の第二の支持シートあるいは支持シート上に形成された積層体ユニットの表面上に、接着層の転写、電極層または電極層およびスペーサ層ならびに剥離層の転写、接着層の転写ならびにセラミックグリーンシートの転写を繰り返して、積層体ユニットを次々に積層して、所定の数の積層体ユニットを含む積層体ユニットセットを作製し、その後に、積層体ユニットセットを所定のサイズに裁断して、積層体ブロックを作成しているから、所定のサイズに裁断された積層体ユニットを1つずつ、積層して、積層体ブロックを作製する場合に比して、積層体ブロックの製造効率を大幅に向上させることが可能になる。

【実施例】

【0120】

以下、本発明の効果をより明瞭なものとするため、実施例および比較例を掲げる。

【0121】

実施例1

セラミックグリーンシート用の誘電体ペーストの調製

1. 48重量部の $(\text{BaCa})\text{SiO}_3$ と、1.01重量部の Y_2O_3 と、0.72重量部の MgCO_3 と、0.13重量部の MnO と、0.045重量部の V_2O_5 を混合して、添加物粉末を調製した。

【0122】

こうして調製した添加物粉末100重量部に対して、72.3重量部のエチルアルコールと、72.3重量部のプロピルアルコールと、25.8重量部のキシレンと、0.93重量部のポリエチレングリコール系分散剤を混合して、スラリーを調製し、スラリー中の添加物を粉砕した。

【0123】

スラリー中の添加物の粉砕にあたっては、11.65gのスラリーと、450gの

ZrO₂ビーズ（直径2mm）を、250ccのポリエチレン容器内に充填し、周速45m／分で、ポリエチレン容器を回転させて、16時間にわたって、スラリー中の添加物を粉砕して、添加物スラリーを調製した。

【0124】

粉砕後の添加物のメディアン径は0.1μmであった。

【0125】

次いで、15重量部のポリビニルブチラール（重合度1450、ブチラール化度69モル%）を、50℃で、42.5重量部のエチルアルコールと42.5重量部のプロピルアルコールに溶解して、有機ビヒクルの15%溶液を調製し、さらに、以下の組成を有するスラリーを、500ccのポリエチレン容器を用いて、20時間にわたって、混合し、誘電体ペーストを調製した。混合にあたって、ポリエチレン容器内に、330.1gのスラリーと、900gのZrO₂ビーズ（直径2mm）を充填し、周速45m/分で、ポリエチレン容器を回転させた。

【0126】

BaTiO₃粉末（堺化学工業株式会社製：商品名「BT-02」：粒径0.2μm）

	100重量部
添加物スラリー	11.65重量部
エチルアルコール	35.32重量部
プロピルアルコール	35.32重量部
キシレン	16.32重量部
フタル酸ベンジルブチル（可塑剤）	2.61重量部
ミネラルスピリット	7.3重量部
ポリエチレングリコール系分散剤	2.36重量部
イミダゾリン系帯電助剤	0.42重量部
有機ビヒクル	33.74重量部
メチルエチルケトン	43.81重量部
2-ブトキシエチルアルコール	43.81重量部

ポリエチレングリコール系分散剤としては、ポリエチレングリコールを脂肪酸で変性した分散剤（HLB=5～6）を用いた。

【0127】

セラミックグリーンシートの形成

得られた誘電体ペーストを、ダイコータを用いて、50m/分の塗布速度で、ポリエチレンテレフタレートフィルム上に塗布して、塗膜を生成し、80℃に保持された乾燥炉中で、得られた塗膜を乾燥して、1μmの厚さを有するセラミックグリーンシートを形成した。

【 0 1 2 8 】

電極用の導電体ペーストの調製

1. 48重量部の $(\text{BaCa})\text{SiO}_3$ と、1. 01重量部の Y_2O_3 と、0. 72重量部の MgCO_3 と、0. 13重量部の MnO と、0. 045重量部の V_2O_5 を混合して、添加物粉末を調製した。

[0129] こうして調製した添加物粉末100重量部に対して、150重量部のアセトンと、104. 3重量部のリモネンと、1. 5重量部のポリエチレングリコール系分散剤を混合して、スラリーを調製し、アシザワ・ファインテック株式会社製粉砕機「LMZO. 6」(商品名)を用いて、スラリー中の添加物を粉砕した。

[0130] スラリー中の添加物の粉砕にあたっては、 ZrO_2 ビーズ(直径0. 1mm)を、ベッセル内に、ベッセル容量に対して、80%になるように充填し、周速14m/分で、ローターを回転させ、全スラリーがベッセルに滞留する時間が5分になるまで、ベッセルとスラリータンクとの間を循環させて、スラリー中の添加物を粉砕した。

[0131] 粉砕後の添加物のメディアン径は0. 1 μm であった。

[0132] 次いで、エバポレータを用いて、アセトンを蒸発させて、スラリーから除去し、添加物がリモネンに分散された添加物ペーストを調製した。添加物ペースト中の不揮発成分濃度は49. 3重量%であった。

[0133] 次いで、8重量部の酸価5mgKOH/gのメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマー(共重合比(モル比)82:18、重量平均分子量70万)を、70℃で、92重量部のリモネンに溶解して、有機ビヒクルの8%溶液を調製し、さらに、以下の組成を有するスラリーを、ボールミルを用いて、16時間わたり、分散した。分散条件は、ミル中の ZrO_2 (直径2. 0mm)の充填量を30容積%、ミル中のスラリー量を60容積%とし、ボールミルの周速は45m/分とした。

[0134] 川鉄工業株式会社製のニッケル粉末(粒径0. 2 μm)	100重量部
添加物ペースト	1. 77重量部
BaTiO_3 粉末(堺化学工業株式会社製:粒径0. 05 μm)	
	19. 14重量部
有機ビヒクル	56. 25重量部
ポリエチレングリコール系分散剤	1. 19重量部
フタル酸ジオクチル(可塑剤)	2. 25重量部

リモネン

83.96重量部

アセトン

56重量部

次いで、エバポレータおよび加熱機構を備えた攪拌装置を用いて、こうして得られたスラリーから、アセトンを蒸発させて、混合物から除去し、導電体ペーストを得た。導電体ペースト中の導電体材料濃度は47重量%であった。

【0135】

電極層の形成および積層体ユニットの作製

こうして調製した導電体ペーストを、スクリーン印刷機を用いて、セラミックグリーンシート上に、所定のパターンで、印刷し、90℃で、5分間あたり、乾燥して、1μmの厚さを有する電極層を形成し、ポリエチレンテレフタレートフィルムの表面に、セラミックグリーンシートと電極層が積層された積層体ユニットを作製した。

【0136】

こうして形成した電極層の表面粗さ(Ra)を、株式会社小阪研究所製「サーフコーダー(SE-30D)」(商品名)を用いて、測定したところ、0.070μmであった。

【0137】

さらに、金属顕微鏡を用いて、400倍に拡大して、電極層の表面を観察したところ、ひびや皺は観察されなかった。

【0138】

セラミックグリーンチップの作製

上述のように、調製した誘電体ペーストを、ダイコータを用いて、ポリエチレンテレフタレートフィルムの表面に塗布して、塗膜を形成し、塗膜を乾燥して、10μmの厚さを有するセラミックグリーンシートを形成した。

【0139】

こうして作製した10μmの厚さを有するセラミックグリーンシートを、ポリエチレンテレフタレートフィルムから剥離して、裁断し、裁断した5枚のセラミックグリーンシートを積層して、50μmの厚さを有するカバー層を形成し、さらに、積層体ユニットを、ポリエチレンテレフタレートフィルムから剥離して、裁断し、裁断した

50枚の積層体ユニットを、カバー層上に積層した。

【0140】

次いで、10 μ mの厚さを有するセラミックグリーンシートを、ポリエチレンテレフタレートフィルムから剥離して、裁断し、裁断した5枚のセラミックグリーンシートを、積層された積層体ユニット上に積層して、50 μ mの厚さを有する下部カバー層と、1 μ mの厚さを有するセラミックグリーンシートと1 μ mの厚さを有する電極層を含む50枚の積層体ユニットが積層された100 μ mの厚さを有する有効層と、50 μ mの厚さを有する

上部カバー層とが積層された積層体を作製した。

【0141】

さらに、こうして得られた積層体を、70℃の温度条件下で、100MPaの圧力を加えて、プレス成形し、ダイシング加工機によって、所定のサイズに裁断し、セラミックグリーンチップを作製した。

【0142】

積層セラミックコンデンササンプルの作製

こうして作製されたセラミックグリーンチップを、空気中において、以下の条件で処理し、バインダを除去した。

【0143】

昇温速度：50℃／時間

保持温度：240℃

保持時間：8時間

バインダを除去した後、各セラミックグリーンチップを、露点20℃に制御された窒素ガスと水素ガスの混合ガスの雰囲気下において、以下の条件で処理し、焼成した。混合ガス中の窒素ガスおよび水素ガスの含有量は95容積%および5容積%とした。

【0144】

昇温速度：300℃／時間

保持温度：1200℃

保持時間：2時間

冷却速度：300℃／時間

さらに、焼成したセラミックグリーンチップに、露点20℃に制御された窒素ガスの雰囲気下において、以下の条件で、アニール処理を施した。

【0145】

昇温速度：300℃／時間

保持温度：1000℃

保持時間：3時間

冷却速度：300℃／時間

こうして得られた焼結体の端面を、サンドブラストによって研磨した後、In-Ga合金を塗布して、端子電極を形成し、積層セラミックコンデンササンプルを作製した。

【0146】

同様にして、合計50個の積層セラミックコンデンササンプルを作製した。

【0147】

ショート率の測定

こうして作製した50個の積層セラミックコンデンササンプルの抵抗値を、マルチメー

タによって、測定して、積層セラミックコンデンササンプルのショート不良を検査した。

[0148] 得られた抵抗値が100k Ω 以下のものをショート不良とし、ショート不良が認められた積層セラミックコンデンササンプル数を求め、積層セラミックコンデンササンプルの総数に対する割合(%)を算出して、ショート率を測定した。

[0149] その結果、ショート率は16%であった。

[0150] 実施例2

導電体ペーストを調製する際の溶剤として、リモネンに代えて、 α -ターピニルアセテートを用いた点を除き、実施例1と同様にして、セラミックグリーンシート上に、電極層を形成し、電極層の表面粗さ(Ra)を測定したところ、0.069 μm であった。

[0151] また、金属顕微鏡を用いて、400倍に拡大して、電極層の表面を観察したところ、ひびや皺は観察されなかった。

[0152] さらに、実施例1と同様にして、50個の積層セラミックコンデンササンプルを作製し、50個の積層セラミックコンデンササンプルの抵抗値を、マルチメータによって、測定して、積層セラミックコンデンササンプルのショート率を測定したところ、ショート率は14%であった。

[0153] 実施例3

導電体ペーストを調製する際の溶剤として、リモネンに代えて、I-ジヒドロカルビルアセテートを用いた点を除き、実施例1と同様にして、セラミックグリーンシート上に、電極層を形成し、電極層の表面粗さ(Ra)を測定したところ、0.070 μm であった。

[0154] また、金属顕微鏡を用いて、400倍に拡大して、電極層の表面を観察したところ、ひびや皺は観察されなかった。

[0155] さらに、実施例1と同様にして、50個の積層セラミックコンデンササンプルを作製し、50個の積層セラミックコンデンササンプルの抵抗値を、マルチメータによって、測定して、積層セラミックコンデンササンプルのショート率を測定したところ、ショート率は18%であった。

[0156] 実施例4

導電体ペーストを調製する際の溶剤として、リモネンに代えて、I-メントンを用いた点を除き、実施例1と同様にして、セラミックグリーンシート上に、電極層を形成し、電

極層の表面粗さ(Ra)を測定したところ、0.066 μm であった。

[0157] また、金属顕微鏡を用いて、400倍に拡大して、電極層の表面を観察したところ、ひびや皺は観察されなかった。

[0158] さらに、実施例1と同様にして、50個の積層セラミックコンデンササンプルを作製し、50個の積層セラミックコンデンササンプルの抵抗値を、マルチメータによって、測定して、積層セラミックコンデンササンプルのショート率を測定したところ、ショート率は10%であった。

[0159] 実施例5

導電体ペーストを調製する際の溶剤として、リモネンに代えて、I-ペリリルアセテートを用いた点を除き、実施例1と同様にして、セラミックグリーンシート上に、電極層を形成し、電極層の表面粗さ(Ra)を測定したところ、0.074 μm であった。

[0160] また、金属顕微鏡を用いて、400倍に拡大して、電極層の表面を観察したところ、ひびや皺は観察されなかった。

[0161] さらに、実施例1と同様にして、50個の積層セラミックコンデンササンプルを作製し、50個の積層セラミックコンデンササンプルの抵抗値を、マルチメータによって、測定して、積層セラミックコンデンササンプルのショート率を測定したところ、ショート率は16%であった。

[0162] 実施例6

導電体ペーストを調製する際の溶剤として、リモネンに代えて、I-カルビルアセテートを用いた点を除き、実施例1と同様にして、セラミックグリーンシート上に、電極層を形成し、電極層の表面粗さ(Ra)を測定したところ、0.076 μm であった。

[0163] また、金属顕微鏡を用いて、400倍に拡大して、電極層の表面を観察したところ、ひびや皺は観察されなかった。

[0164] さらに、実施例1と同様にして、50個の積層セラミックコンデンササンプルを作製し、50個の積層セラミックコンデンササンプルの抵抗値を、マルチメータによって、測定して、積層セラミックコンデンササンプルのショート率を測定したところ、ショート率は8%であった。

[0165] 実施例7

導電体ペーストを調製する際の溶剤として、リモネンに代えて、d-ジヒドロカルビルアセテートを用いた点を除き、実施例1と同様にして、セラミックグリーンシート上に、電極層を形成し、電極層の表面粗さ(Ra)を測定したところ、 $0.076\mu\text{m}$ であった。

[0166] また、金属顕微鏡を用いて、400倍に拡大して、電極層の表面を観察したところ、電極層の表面に、ひびと皺は観察されなかった。

[0167] さらに、実施例1と同様にして、50個の積層セラミックコンデンササンプルを作製し、50個の積層セラミックコンデンササンプルの抵抗値を、マルチメータによって、測定して、積層セラミックコンデンササンプルのショート率を測定したところ、ショート率は10%であった。

[0168] 比較例1

導電体ペーストを調製する際の溶剤として、リモネンに代えて、ターピオネールとケロシンの混合溶剤(混合比(質量比)50:50)を用いた点を除き、実施例1と同様にして、セラミックグリーンシート上に、電極層を形成し、電極層の表面粗さ(Ra)を測定したところ、 $0.102\mu\text{m}$ であった。

[0169] また、金属顕微鏡を用いて、400倍に拡大して、電極層の表面を観察したところ、電極層の表面に、ひびと皺が観察された。

[0170] さらに、実施例1と同様にして、50個の積層セラミックコンデンササンプルを作製し、50個の積層セラミックコンデンササンプルの抵抗値を、マルチメータによって、測定して、積層セラミックコンデンササンプルのショート率を測定したところ、ショート率は90%であった。

[0171] 比較例2

導電体ペーストを調製する際の溶剤として、リモネンに代えて、ターピオネールを用いた点を除き、実施例1と同様にして、セラミックグリーンシート上に、電極層を形成し、電極層の表面粗さ(Ra)を測定したところ、 $0.112\mu\text{m}$ であった。

[0172] また、金属顕微鏡を用いて、400倍に拡大して、電極層の表面を観察したところ、電極層の表面に、ひびと皺が観察された。

[0173] さらに、実施例1と同様にして、50個の積層セラミックコンデンササンプルを作製し、50個の積層セラミックコンデンササンプルの抵抗値を、マルチメータによって、測定し

て、積層セラミックコンデンササンプルのショート率を測定したところ、ショート率は88%であった。

- [0174] 実施例1ないし7ならびに比較例1および2から、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、ターピオネールとケロシンの混合溶剤(混合比(質量比)50:50)を溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、電極層を形成した場合およびバインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、ターピオネールを溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、電極層を形成した場合には、電極層の表面粗さ(Ra)が悪化し、積層体ユニットを積層して作製した積層セラミックコンデンサにボイドが生成されるおそれが高いのに対し、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、リモネンを溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、電極層を形成した場合、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、 α -ターピニルアセテートを溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、電極層を形成した場合、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、I-ジヒドロカルビルアセテートを溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、電極層を形成した場合、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、I-メントンを溶

剤として含む導電体ペーストを印刷して、電極層を形成した場合、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、I-ペリリルアセテートを溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、電極層を形成した場合、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、I-カルビルアセテートを溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、電極層を形成した場合およびバインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、d-ジヒドロカルビルアセテートを溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、電極層を形成した場合には、電極層の表面粗さ(Ra)が改善されることが判明した。

- [0175] また、実施例1ないし7ならびに比較例1および2から、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、ターピオネールとケロシンの混合溶剤(混合比(質量比)50:50)を溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、積層体ユニットを作製し、50枚の積層体ユニットを積層して、積層セラミックコンデンサを作製した場合およびバインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、ターピオネールを溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、積層体ユニットを作製し、50枚の積層体ユニットを積層して、積層セラミックコンデンサを作製した場合には、積層セラミックコンデンサのショート率が著しく高くなるのに対して、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメ

クリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、リモネンを溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、積層体ユニットを作製し、50枚の積層体ユニットを積層して、積層セラミックコンデンサを作製した場合、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、 α -ターピニルアセテートを溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、積層体ユニットを作製し、50枚の積層体ユニットを積層して、積層セラミックコンデンサを作製した場合、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、I-ジヒドロカルビルアセテートを溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、積層体ユニットを作製し、50枚の積層体ユニットを積層して、積層セラミックコンデンサを作製した場合、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、I-メントンを溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、積層体ユニットを作製し、50枚の積層体ユニットを積層して、積層セラミックコンデンサを作製した場合、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、I-ペリリルアセテートを溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、積層体ユニットを作製し、50枚の積層体ユニットを積層して、積層セラミックコンデンサを作製した場合、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、I-カルビルアセテートを溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、積層体ユニットを作製し、50枚の積層体ユニットを積層して、積層セラミックコンデンサを作製した場合およびバインダとして、ポリビニルブチラール(

重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、d-ジヒドロカルビルアセテートを溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、積層体ユニットを作製し、50枚の積層体ユニットを積層して、積層セラミックコンデンサを作製した場合には、積層セラミックコンデンサのショート率を大幅に低下させることが可能になることが判明した。

【0176】

これは、比較例1および2において、導電体ペーストの溶剤として用いられたターピオネールとケロシンの混合溶剤（混合比（質量比）50：50）およびターピオネールが、セラミックグリーンシートを形成するために用いられた誘電体ペーストに含まれたポリビニルブチラールを溶解するため、電極層の表面に、ひびや皺が発生して、表面粗さ（Ra）が悪化し、セラミックグリーンシートにピンホールやクラックが発生したのに対し、実施例1ないし7において、導電体ペーストの溶剤として用いられたリモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートは、セラミックグリーンシートを形成するために用いられた誘電体ペーストに含まれたポリビニルブチラールをほとんど溶解せず、したがって、電極層の表面に、ひびや皺が生じることが効果的に防止され、セラミックグリーンシートにピンホールやクラックが発生することが防止されたためと考えられる。

【0177】

実施例8

セラミックグリーンシート用の誘電体ペーストの調製

実施例1と同様にして、セラミックグリーンシート用の誘電体ペーストを調製した。

【0178】

セラミックグリーンシートの形成

実施例1と同様にして、セラミックグリーンシート用の誘電体ペーストをポリエチレンテレフタレートフィルム上に塗布して、1 μ mの厚さを有するセラミックグリーンシートを形成した。

【0179】

スペーサ層用の誘電体ペーストの調製

1. 48重量部の $(\text{BaCa})\text{SiO}_3$ と、1.01重量部の Y_2O_3 と、0.72重量部の MgCO_3 と、0.13重量部の MnO と、0.045重量部の V_2O_5 を混合して、添加物粉末を調製し

た。

- [0180] こうして調製した添加物粉末100重量部に対して、150重量部のアセトンと、104.3重量部のリモネンと、1.5重量部のポリエチレングリコール系分散剤を混合して、スラリーを調製し、アシザワ・ファインテック株式会社製粉砕機「LMZO. 6」(商品名)を用いて、スラリー中の添加物を粉砕した。
- [0181] スラリー中の添加物の粉砕にあたっては、 ZrO_2 ビーズ(直径0.1mm)を、ベッセル内に、ベッセル容量に対して、80%になるように充填し、周速14m/分で、ローターを回転させ、全スラリーがベッセルに滞留する時間が5分になるまで、ベッセルとスラリータンクとの間を循環させて、スラリー中の添加物を粉砕した。
- [0182] 粉砕後の添加物のメディアン径は0.1 μm であった。
- [0183] 次に、エバポレータを用いて、アセトンを蒸発させて、スラリーから除去し、添加物がリモネンに分散された添加物ペーストを調製した。添加物ペースト中の不揮発成分濃度は49.3重量%であった。
- [0184] 次に、8重量部の酸価5mgKOH/gのメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマー(共重合比(重量比)82:18、重量平均分子量70万)を、70℃で、92重量部のリモネンに溶解して、有機ビヒクルの8%溶液を調製し、さらに、以下の組成を有するスラリーを、ボールミルを用いて、16時間わたって、分散した。分散条件は、ミル中の ZrO_2 (直径2.0mm)の充填量を30容積%、ミル中のスラリー量を60容積%とし、ボールミルの周速は45m/分とした。
- [0185] 添加物ペースト 8.87重量部
 $BaTiO_3$ 粉末(堺化学工業株式会社製:商品名「BT-02」:粒径0.2 μm) 95.70重量部
 有機ビヒクル 104.36重量部
 ポリエチレングリコール系分散剤 1.0重量部
 フタル酸ジオクチル(可塑剤) 2.61重量部
 イミダゾリン系界面活性剤 0.4重量部
 アセトン 57.20重量部

次いで、エバポレータおよび加熱機構を備えた攪拌装置を用いて、こうして得られ

たスラリーから、アセトンを蒸発させて、混合物から除去し、誘電体ペーストを得た。

【0186】

電極層用の導電体ペーストの調製

実施例1と同様にして、電極層用の導電体ペーストを調製した。

【0187】

スペーサ層の形成

こうして調製した誘電体ペーストを、スクリーン印刷機を用いて、セラミックグリーンシート上に、所定のパターンで、印刷し、90℃で、5分間にわたって、乾燥させ、セラミックグリーンシート上に、スペーサ層を形成した。

【0188】

次いで、株式会社小阪研究所製「サーフコーダー（SE-30D）」（商品名）を用いて、実施例1と同様にして、スペーサ層の表面粗さ（Ra）を測定したところ、0.070 μmであった。

【0189】

さらに、金属顕微鏡を用いて、400倍に拡大して、スペーサ層の表面を観察したところ、スペーサ層の表面に、ひびや皺は観察されなかった。

【0190】

電極層の形成および積層体ユニットの作製

さらに、導電体ペーストを、スクリーン印刷機を用いて、セラミックグリーンシート上に、スペーサ層のパターンと相補的なパターンで、印刷し、90℃で、5分間わたり、乾燥して、1 μmの厚さを有する電極層を形成し、ポリエチレンテレフタレートフィルムの上に、セラミックグリーンシートと電極層およびスペーサ層が積層された積層体ユニットを作製した。

【0191】

こうして形成した電極層の表面粗さ（Ra）を、株式会社小阪研究所製「サーフコーダー（SE-30D）」（商品名）を用いて、実施例1と同様にして、測定したところ、0.070 μmであった。

【0192】

さらに、金属顕微鏡を用いて、400倍に拡大して、電極層の表面を観察したところ、電極層の表面に、ひびや皺は観察されなかった。

【0193】

セラミックグリーンチップの作製

実施例1と同様にして、ポリエチレンテレフタレートフィルムの上に、誘電体ペーストを塗布して、10 μm の厚さを有するセラミックグリーンシートを作製した。

【0194】

こうして作製した10 μm の厚さを有するセラミックグリーンシートを、ポリエチレンテレフタレートフィルムから剥離して、裁断し、裁断した5枚のセラミックグリーンシートを積

層して、 $50\mu\text{m}$ の厚さを有するカバー層を形成し、さらに、積層体ユニットを、ポリエチレンテレフタレートフィルムから剥離して、裁断し、裁断した50枚の積層体ユニットを、カバー層上に積層した。

【0195】

次いで、 $10\mu\text{m}$ の厚さを有するセラミックグリーンシートを、ポリエチレンテレフタレートフィルムから剥離して、裁断し、裁断した5枚のセラミックグリーンシートを、積層された積層体ユニット上に積層して、 $50\mu\text{m}$ の厚さを有する下部カバー層と、 $1\mu\text{m}$ の厚さを有するセラミックグリーンシート、 $1\mu\text{m}$ の厚さを有する電極層および $1\mu\text{m}$ の厚さを有するスペーサ層を含む50枚の積層体ユニットが積層された $100\mu\text{m}$ の厚さを有する有効層と、 $50\mu\text{m}$ の厚さを有する上部カバー層が積層された積層体を作製した。

【0196】

次いで、こうして得られた積層体を、 70°C の温度条件下で、 100MPa の圧力を加えて、プレス成形し、ダイシング加工機によって、所定のサイズに裁断し、セラミックグリーンチップを作製した。

【0197】

積層セラミックコンデンササンプルの作製

こうして作製されたセラミックグリーンチップを用いて、実施例1と同様にして、積層セラミックコンデンササンプルを作製した。

【0198】

同様にして、合計50個の積層セラミックコンデンササンプルを作製した。

【0199】

ショート率の測定

実施例1と同様にして、こうして作製した50個の積層セラミックコンデンササンプルの抵抗値を、マルチメータによって、測定して、積層セラミックコンデンササンプルのショート率を測定した。

【0200】

その結果、ショート率は16%であった。

【0201】

実施例9

電極層用の導電体ペーストおよびスペーサ層用の誘電体ペーストを調製する際の溶剤として、リモネンに代えて、 α -ターピニルアセテートを用いた点を除き、実施例8と同様にして、セラミックグリーンシート上に、スペーサ層および電極層を形成し、スペーサ層の表面粗さ(Ra)および電極層の表面粗さ(Ra)を測定したところ、それぞれ、 $0.069\mu\text{m}$ および $0.069\mu\text{m}$ であった。

- [0202] また、金属顕微鏡を用いて、400倍に拡大して、電極層およびスペーサ層の表面を観察したところ、ひびや皺は観察されなかった。
- [0203] さらに、実施例8と同様にして、50個の積層セラミックコンデンササンプルを作製し、50個の積層セラミックコンデンササンプルの抵抗値を、マルチメータによって、測定して、積層セラミックコンデンササンプルのショート率を測定したところ、ショート率は14%であった。
- [0204] 実施例10
- 電極層用の導電体ペーストおよびスペーサ層用の誘電体ペーストを調製する際の溶剤として、リモネンに代えて、I-ジヒドロカルビルアセテートを用いた点を除き、実施例8と同様にして、セラミックグリーンシート上に、スペーサ層および電極層を形成し、スペーサ層の表面粗さ(Ra)および電極層の表面粗さ(Ra)を測定したところ、それぞれ、 $0.070\text{ }\mu\text{m}$ および $0.070\text{ }\mu\text{m}$ であった。
- [0205] また、金属顕微鏡を用いて、400倍に拡大して、電極層およびスペーサ層の表面を観察したところ、ひびや皺は観察されなかった。
- [0206] さらに、実施例8と同様にして、50個の積層セラミックコンデンササンプルを作製し、50個の積層セラミックコンデンササンプルの抵抗値を、マルチメータによって、測定して、積層セラミックコンデンササンプルのショート率を測定したところ、ショート率は18%であった。
- [0207] 実施例11
- 電極層用の導電体ペーストおよびスペーサ層用の誘電体ペーストを調製する際の溶剤として、リモネンに代えて、I-メントンを用いた点を除き、実施例8と同様にして、セラミックグリーンシート上に、スペーサ層および電極層を形成し、スペーサ層の表面粗さ(Ra)および電極層の表面粗さ(Ra)を測定したところ、それぞれ、 $0.066\text{ }\mu\text{m}$ および $0.066\text{ }\mu\text{m}$ であった。
- [0208] また、金属顕微鏡を用いて、400倍に拡大して、電極層およびスペーサ層の表面を観察したところ、ひびや皺は観察されなかった。
- [0209] さらに、実施例8と同様にして、50個の積層セラミックコンデンササンプルを作製し、50個の積層セラミックコンデンササンプルの抵抗値を、マルチメータによって、測定し

て、積層セラミックコンデンササンプルのショート率を測定したところ、ショート率は10%であった。

[0210] 実施例12

電極層用の導電体ペーストおよびスペーサ層用の誘電体ペーストを調製する際の溶剤として、リモネンに代えて、I-ペリリルアセテートを用いた点を除き、実施例8と同様にして、セラミックグリーンシート上に、スペーサ層および電極層を形成し、スペーサ層の表面粗さ(Ra)および電極層の表面粗さ(Ra)を測定したところ、それぞれ、 $0.074\mu\text{m}$ および $0.074\mu\text{m}$ であった。

[0211] また、金属顕微鏡を用いて、400倍に拡大して、電極層およびスペーサ層の表面を観察したところ、ひびや皺は観察されなかった。

[0212] さらに、実施例8と同様にして、50個の積層セラミックコンデンササンプルを作製し、50個の積層セラミックコンデンササンプルの抵抗値を、マルチメータによって、測定して、積層セラミックコンデンササンプルのショート率を測定したところ、ショート率は16%であった。

[0213] 実施例13

電極層用の導電体ペーストおよびスペーサ層用の誘電体ペーストを調製する際の溶剤として、リモネンに代えて、I-カルビルアセテートを用いた点を除き、実施例8と同様にして、セラミックグリーンシート上に、スペーサ層および電極層を形成し、スペーサ層の表面粗さ(Ra)および電極層の表面粗さ(Ra)を測定したところ、それぞれ、 $0.076\mu\text{m}$ および $0.076\mu\text{m}$ であった。

[0214] また、金属顕微鏡を用いて、400倍に拡大して、電極層およびスペーサ層の表面を観察したところ、ひびや皺は観察されなかった。

[0215] さらに、実施例8と同様にして、50個の積層セラミックコンデンササンプルを作製し、50個の積層セラミックコンデンササンプルの抵抗値を、マルチメータによって、測定して、積層セラミックコンデンササンプルのショート率を測定したところ、ショート率は8%であった。

[0216] 実施例14

電極層用の導電体ペーストおよびスペーサ層用の誘電体ペーストを調製する際の

溶剤として、リモネンに代えて、d-ジヒドロカルビルアセテートを用いた点を除き、実施例8と同様にして、セラミックグリーンシート上に、スペーサ層および電極層を形成し、スペーサ層の表面粗さ(Ra)および電極層の表面粗さ(Ra)を測定したところ、それぞれ、 $0.076\mu\text{m}$ および $0.076\mu\text{m}$ であった。

[0217] また、金属顕微鏡を用いて、400倍に拡大して、電極層およびスペーサ層の表面を観察したところ、ひびや皺は観察されなかった。

[0218] さらに、実施例8と同様にして、50個の積層セラミックコンデンササンプルを作製し、50個の積層セラミックコンデンササンプルの抵抗値を、マルチメータによって、測定して、積層セラミックコンデンササンプルのショート率を測定したところ、ショート率は10%であった。

[0219] 比較例3

電極層用の導電体ペーストおよびスペーサ層用の誘電体ペーストを調製する際の溶剤として、リモネンに代えて、ターピオネールとケロシンの混合溶剤(混合比(質量比)50:50)を用いた点を除き、実施例8と同様にして、セラミックグリーンシート上に、スペーサ層および電極層を形成し、スペーサ層の表面粗さ(Ra)および電極層の表面粗さ(Ra)を測定したところ、それぞれ、 $0.102\mu\text{m}$ および $0.102\mu\text{m}$ であった。

[0220] また、金属顕微鏡を用いて、400倍に拡大して、電極層およびスペーサ層の表面を観察したところ、電極層およびスペーサ層の表面に、ひびと皺が観察された。

[0221] さらに、実施例8と同様にして、50個の積層セラミックコンデンササンプルを作製し、50個の積層セラミックコンデンササンプルの抵抗値を、マルチメータによって、測定して、積層セラミックコンデンササンプルのショート率を測定したところ、ショート率は90%であった。

[0222] 比較例4

電極層用の導電体ペーストおよびスペーサ層用の誘電体ペーストを調製する際の溶剤として、リモネンに代えて、ターピオネールを用いた点を除き、実施例8と同様にして、セラミックグリーンシート上に、スペーサ層および電極層を形成し、スペーサ層の表面粗さ(Ra)および電極層の表面粗さ(Ra)を測定したところ、それぞれ、 $0.112\mu\text{m}$ および $0.112\mu\text{m}$ であった。

- [0223] また、金属顕微鏡を用いて、400倍に拡大して、電極層およびスペーサ層の表面を観察したところ、電極層およびスペーサ層の表面に、ひびと皸が観察された。
- [0224] さらに、実施例8と同様にして、50個の積層セラミックコンデンササンプルを作製し、50個の積層セラミックコンデンササンプルの抵抗値を、マルチメータによって、測定して、積層セラミックコンデンササンプルのショート率を測定したところ、ショート率は88%であった。
- [0225] 実施例8ないし14ならびに比較例3および4から、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、ターピオネールとケロシンの混合溶剤(混合比(質量比)50:50)を溶剤として含む誘電体ペーストを印刷して、スペーサ層を形成し、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、ターピオネールとケロシンの混合溶剤(混合比(質量比)50:50)を溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、電極層を形成した場合およびバインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、ターピオネールを溶剤として含む誘電体ペーストを印刷して、スペーサ層を形成し、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、ターピオネールを溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、電極層を形成した場合には、スペーサ層の表面粗さ(Ra)および電極層の表面粗さ(Ra)が悪化し、積層体ユニットを積層して作製した積層セラミックコンデンサにボイドが生成されるおそれが高いのに対し、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、リモネンを溶剤として含む誘電体ペーストを印刷して、スペーサ層を形成し、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、リモネンを溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、電極層を形成した

場合、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、 α -ターピニルアセテートを溶剤として含む誘電体ペーストを印刷して、スペーサ層を形成し、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、 α -ターピニルアセテートを溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、電極層を形成した場合、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、I-ジヒドロカルビルアセテートを溶剤として含む誘電体ペーストを印刷して、スペーサ層を形成し、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、I-ジヒドロカルビルアセテートを溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、電極層を形成した場合、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、I-メントンを溶剤として含む誘電体ペーストを印刷して、スペーサ層を形成し、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、I-メントンを溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、電極層を形成した場合、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、I-ペリリルアセテートを溶剤として含む誘電体ペーストを印刷して、スペーサ層を形成し、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、I-ペリリルアセテートを溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、電極層を形成した場合、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含

み、I-カルビルアセテートを溶剤として含む誘電体ペーストを印刷して、スペーサ層を形成し、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、I-カルビルアセテートを溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、電極層を形成した場合ならびにバインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、d-ジヒドロカルビルアセテートを溶剤として含む誘電体ペーストを印刷して、スペーサ層を形成し、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、d-ジヒドロカルビルアセテートを溶剤として含む導電体ペーストを印刷して、電極層を形成した場合には、スペーサ層の表面粗さ(Ra)および電極層の表面粗さ(Ra)が改善されることが判明した。

- [0226] また、実施例8ないし14ならびに比較例3および4から、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、ターピオネールとケロシンの混合溶剤(混合比(質量比)50:50)を溶剤として含む誘電体ペーストおよび導電体ペーストを印刷して、積層体ユニットを作製し、50枚の積層体ユニットを積層して、積層セラミックコンデンサを作製した場合ならびにバインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、ターピオネールを溶剤として含む誘電体ペーストおよび導電体ペーストを印刷して、積層体ユニットを作製し、50枚の積層体ユニットを積層して、積層セラミックコンデンサを作製した場合には、積層セラミックコンデンサのショート率が著しく高くなるのに対して、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、リモネンを溶剤として含む誘電体ペーストおよび導電体

ペーストを印刷して、積層体ユニットを作製し、50枚の積層体ユニットを積層して、積層セラミックコンデンサを作製した場合、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、 α -ターピニルアセテートを溶剤として含む誘電体ペーストおよび導電体ペーストを印刷して、積層体ユニットを作製し、50枚の積層体ユニットを積層して、積層セラミックコンデンサを作製した場合、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、I-ジヒドロカルビルアセテートを溶剤として含む誘電体ペーストおよび導電体ペーストを印刷して、積層体ユニットを作製し、50枚の積層体ユニットを積層して、積層セラミックコンデンサを作製した場合、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、I-メントンを溶剤として含む誘電体ペーストおよび導電体ペーストを印刷して、積層体ユニットを作製し、50枚の積層体ユニットを積層して、積層セラミックコンデンサを作製した場合、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、I-ペリリルアセテートを溶剤として含む誘電体ペーストおよび導電体ペーストを印刷して、積層体ユニットを作製し、50枚の積層体ユニットを積層して、積層セラミックコンデンサを作製した場合、バインダとして、ポリビニルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、I-カルビルアセテートを溶剤として含む誘電体ペーストおよび導電体ペーストを印刷して、積層体ユニットを作製し、50枚の積層体ユニットを積層して、積層セラミックコンデンサを作製した場合ならびにバインダとして、ポリビニ

ルブチラール(重合度1450、ブチラール化度69%)を含む誘電体ペーストを用いて形成したセラミックグリーンシート上に、重量平均分子量70万のメタクリル酸メチルとアクリル酸ブチルのコポリマーをバインダとして含み、d-ジヒドロカルビルアセテートを溶剤として含む誘電体ペーストおよび導電体ペーストを印刷して、積層体ユニットを作製し、50枚の積層体ユニットを積層して、積層セラミックコンデンサを作製した場合には、積層セラミックコンデンサのショート率を大幅に低下させることが可能になることが判明した。

[0227] これは、比較例3および4において、スペーサ層用の誘電体ペーストおよび導電体ペーストの溶剤として用いられたターピオネールとクロシンの混合溶剤(混合比(質量比) 50:50)およびターピオネールが、セラミックグリーンシートを形成するために用いられた誘電体ペーストに含まれたポリビニルブチラールを溶解するため、スペーサ層および電極層の表面に、ひびや皺が発生して、スペーサ層の表面粗さ(Ra)および電極層の表面粗さ(Ra)が悪化し、セラミックグリーンシートにピンホールやクラックが発生したのに対し、実施例8ないし14において、スペーサ層用の誘電体ペーストおよび導電体ペーストの溶剤として用いられたリモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートは、セラミックグリーンシートを形成するために用いられた誘電体ペーストに含まれたポリビニルブチラールをほとんど溶解せず、したがって、スペーサ層および電極層の表面に、ひびや皺が生じることが効果的に防止され、セラミックグリーンシートにピンホールやクラックが発生することが防止されたためと考えられる。

[0228] 本発明は、以上の実施態様および実施例に限定されることなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内で種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることはいうまでもない。

請求の範囲

- [1] アクリル系樹脂をバインダとして含み、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる少なくとも一種の溶剤を含むことを特徴とする導電体ペースト。
- [2] 前記アクリル系樹脂の重量平均分子量が45万以上、90万以下であることを特徴とする請求項1に記載の導電体ペースト。
- [3] 前記アクリル系樹脂の酸価が5mgKOH/g以上、25mgKOH/g以下であることを特徴とする請求項1または2に記載の導電体ペースト。
- [4] バインダとして、ブチラール系樹脂を含むセラミックグリーンシート上に、アクリル系樹脂をバインダとして含み、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる少なくとも一種の溶剤を含む導電体ペーストを、所定のパターンで、印刷して、電極層を形成することを特徴とする積層セラミック電子部品用の積層体ユニットの製造方法。
- [5] さらに、電極層の乾燥後に、前記セラミックグリーンシート上に、アクリル系樹脂をバインダとして含み、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる少なくとも一種の溶剤を含む誘電体ペーストを、前記電極層のパターンと相補的なパターンで、印刷して、スペーサ層を形成することを特徴とする請求項4に記載の積層セラミック電子部品用の積層体ユニットの製造方法。
- [6] 前記電極層の形成に先立って、前記セラミックグリーンシート上に、アクリル系樹脂をバインダとして含み、リモネン、 α -ターピニルアセテート、I-ジヒドロカルビルアセテート、I-メントン、I-ペリリルアセテート、I-カルビルアセテートおよびd-ジヒドロカルビルアセテートよりなる群から選ばれる少なくとも一種の溶剤を含む誘電体ペーストを、形成されるべき前記電極層のパターンと相補的なパターンで、印刷して、スペーサ層を形成することを特徴とする請求項4に記載の積層セラミック電子部品用の積層

体ユニットの製造方法。

- [7] 前記アクリル系樹脂の重量平均分子量が45万以上、90万以下であることを特徴とする請求項4ないし6のいずれか1項に記載の積層セラミック電子部品用の積層体ユニットの製造方法。
- [8] 前記アクリル系樹脂の酸価が5mgKOH/g以上、25mgKOH/g以下であることを特徴とする請求項4ないし7のいずれか1項に記載の積層セラミック電子部品用の積層体ユニットの製造方法。
- [9] 前記ブチラール系樹脂の重合度が1000以上であることを特徴とする請求項4ないし8のいずれか1項に記載の積層セラミック電子部品用の積層体ユニットの製造方法。
。
- [10] 前記ブチラール系樹脂のブチラール化度が64モル%以上、78モル%以下であることを特徴とする請求項4ないし9のいずれか1項に記載の積層セラミック電子部品用の積層体ユニットの製造方法。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/017397

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01B1/22, H01G4/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01B1/22, H01G4/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
WPI/L

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 11-288801 A (Denso Corp.), 19 October, 1999 (19.10.99), Claims; Par. Nos. [0022], [0023] (Family: none)	1, 3 2, 4-10
X Y	JP 2003-16837 A (Noritake Co., Ltd.), 17 January, 2003 (17.01.03), Claims; Par. Nos. [0019] to [0023] (Family: none)	1, 3 2, 4-10
Y	JP 2003-263922 A (Kyocera Corp.), 19 September, 2003 (19.09.03), Par. Nos. [0018] to [0026] (Family: none)	2, 7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
26 January, 2005 (26.01.05)

Date of mailing of the international search report
15 February, 2005 (15.02.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/017397

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 8-111346 A (Sumitomo Metal Mining Co., Ltd.), 30 April, 1996 (30.04.96), Claims; Par. Nos. [0001], [0008] (Family: none)	4-10
Y	JP 2003-17356 A (Kyocera Corp.), 17 January, 2003 (17.01.03), Par. Nos. [0053] to [0067]; Fig. 3 & US 2003/0016484 A1 Par. Nos. [0208] to [0220]; Fig. 8	5
Y	JP 10-275734 A (Kyocera Corp.), 13 October, 1998 (13.10.98), Par. No. [0042]; Figs. 7 to 8 (Family: none)	6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01B1/22, H01G4/12

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01B1/22, H01G4/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2005年

日本国登録実用新案公報 1994-2005年

日本国実用新案登録公報 1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI/L

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 11-288801 A (株式会社デンソー) 1999. 10. 19 【特許請求の範囲】、【0022】、【0023】 (ファミリーなし)	1、3
Y		2、4-10
X	JP 2003-16837 A (株式会社ノリタケカンパニーリミテド) 2003. 01. 17 【特許請求の範囲】、【0019】-【0023】	1、3
Y	(ファミリーなし)	2、4-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26. 01. 2005

国際調査報告の発送日

15. 2. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

前田 寛之

4 X

2930

電話番号 03-3581-1101 内線 3477

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-263922 A (京セラ株式会社) 2003. 09. 19【0018】-【0026】 (ファミリーなし)	2、7
Y	JP 8-111346 A (住友金属鉱山株式会社) 1996. 04. 30【特許請求の範囲】、【0001】、【0008】 (ファミリーなし)	4-10
Y	JP 2003-17356 A (京セラ株式会社) 2003. 01. 17【0053】-【0067】、【図3】 & US 2003/0016484 A1 [0208]-[0220], FIG.8	5
Y	JP 10-275734 A (京セラ株式会社) 1998. 10. 13【0042】、【図7】-【図8】 (ファミリーなし)	6